

УДК 621.9-1/-9

СТЕПЕНЬ СЛОЖНОСТИ КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ОЦЕНКИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Н.Н. ПОПОК, Е.В. БРИТИК

Полоцкий государственный университет, Беларусь

Рассматриваются примеры применения показателя степени сложности в различных отраслях промышленности. Приведен анализ существующих подходов и методик по оценке степени сложности и предлагаются классификационные, нормативные и расчетные основы проектирования технологического оснащения с учетом степени сложности.

Анализ литературных источников показывает, что понятие «сложность» давно обсуждается в научных кругах как с позиции философии, так и с позиций реальных секторов экономики. Обусловлено это сложностью проектирования и постоянного усложнения техники, что вызывает затруднения при определении сложности процессов и изделий и её качественной и количественной оценки.

В связи с конверсией производства предлагаются методы и алгоритмы оценки технологических возможностей (технического базиса) предприятия путём сравнения базовых и новых (принимаемых к производству) изделий, оценки сложности спроектированных изделий с применением методов математической статистики.

В реалиях современной промышленности проблема конверсии не столь актуальна, но возникает новая задача, которая заключается в быстрой реакции производства на стремительно изменяющийся рынок, в частности, решение проблемы диверсификации. Сроки актуальности изделий уменьшаются, возникают новые потребности, которые влекут за собой производство новой и более современной продукции. Экспертная система оценки степени сложности должна решить данную проблему, позволив оценить возможности текущего производства и показать степень ее модернизированности.

Концепция мобильного предприятия [1] на определенных этапах реорганизации и развития предлагает оценку степени сложности изделий по конструктивным, технологическим и функциональным показателям (рисунок 1).

Степень сложности рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_c = Q_K^{X_K} \cdot Q_T^{Y_T} \cdot Q_\Phi^{Z_\Phi},$$

где: Q_K , Q_T , Q_Φ – степень сложности соответственно конструктивная, технологическая и функциональная;

X_k , Y_m , Z_ϕ – показатели влияния соответственно конструктивной, технологической и функциональной сложности на общий показатель сложности.

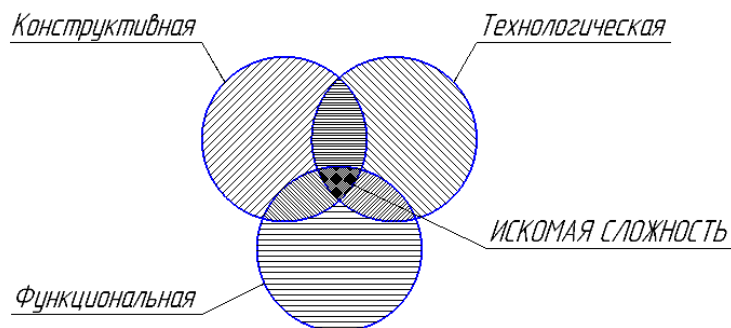


Рисунок 1. – Степень сложности

Каждый из показателей определяется через трудоемкость и поправочные коэффициенты:

$$Q_k = T_k \cdot K_k, Q_m = T_m \cdot K_m, Q_\phi = T_\phi \cdot K_\phi,$$

где: T_k , T_m , T_ϕ – трудоемкость соответственно проектирования, изготовления и эксплуатации изделия;

K_k , K_m , K_ϕ – поправочные коэффициенты, учитывающие отличие данных условий от тех, при которых оценивалась трудоемкость (нормативная).

При оценке степени сложности изделий возникает необходимость классификации их поверхностей и конструктивных элементов.

Исходя из анализа вышеперечисленных материалов предложена методика расчета степени сложности изделий машиностроения [1]. Реализация методики связана с введением ряда понятий и определений.

Новое изделие – изделие, впервые принимаемое предприятием к производству.

Базовое изделие – изделие, ранее выпускавшееся предприятием серийно или массово.

Простейшее изделие – изделие с минимальным количеством структурных составляющих, определяющих его вид. Например, признаки (ключевые слова), характерные для простейшего станка, включают следующие: станина, шпиндельная бабка, шпиндель, платформа для установки инструмента или заготовки.

Условная деталь - деталь, имеющая массовое использование в машиностроительных изделиях. В качестве условной детали целесообразно использовать вал среднестатистической степени сложности, поскольку именно валы имеют наибольший процент применения в современных ма-

шинах и токарных станках составляют большую часть производственного парка металлорежущих станков.

Приведенная деталь – деталь, структурная сложность которой выражается числом содержащихся в ней условных деталей.

Структурная сложность – отношение числа деталей изделия к числу деталей простейшего изделия.

В отличие от известных подходов, предлагаемая методика оценки сложности, предусматривает обязательное ограничение объектов и процессов производства по частоте встречи или применяемости и моделирование ситуации с наиболее часто встречающимися или имеющими наибольшее применение в производстве. Это существенно сокращает время на проведение экспертизы.

Анализ по выпуску изделий на предприятиях позволяет выделить следующие возможные ситуации:

1. Предприятие выпускает базовое изделие, близкое по номенклатуре новому.
2. Предприятие не выпускает изделие, близкое по номенклатуре новому.
3. Предприятие планирует выпускать новое изделие с созданием соответствующего технологического базиса.

Исследуя применяемость машиностроительного оборудования и инструмента целесообразно сделать наибольший акцент на следующем оборудовании:

- многоцелевые обрабатывающие центры;
- токарные станки;
- шлифовальные станки.

Для инструмента наибольшая применяемость характера для следующих их типов:

- фрезерный;
- сверлильный;
- резцовый.

В Полоцком государственном университете в настоящий момент ведется разработка автоматизированной экспертной системы для анализа машиностроительного оборудования по показателю степени сложности, который должен быть основан на нормативных документах и действующих стандартах, и связан с экономическими показателями, а также учитывать современные тенденции развития техники и помогать оценить эффективность оборудования и инструмента на современном рынке.

Для апробации методики были проведены исследования шпинделей шлифовальной группы станков. Результаты расчетов занесены в таблицы 1 – 3.

Таблица 1 – Сводная таблица исходных параметров для определения степени сложности

	№ ин- диви- дуаль- ная группа	Критерии	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1		Квалитет	9	5	7	7	5	7	7	7	5	7	7	5	9		
		Шероховатость	5	0,32	1,25	1,25	0,16	1,25	1,25	1,25	0,16	1,25	1,25	0,32	5		
		Переходы	3	6	5	5	7	5	5	5	7	5	5	6	3		
		Квалитет	9	5	7	7	5	7	7	7	5	7	5	8	9		
2		Шероховатость	5	0,32	1,25	1,25	0,16	1,25	1,25	1,25	0,16	1,25	0,32	2,5	5		
		Переходы	3	6	5	5	7	5	5	5	7	5	6	4	3		
		Квалитет	8	5	5	5	5	7	7	7	5	5	5	6	8		
3		Шероховатость	2,5	0,32	0,32	0,32	0,08	1,25	1,25	1,25	0,08	0,32	0,32	0,63	2,5		
		Переходы	4	6	6	6	7	5	5	5	7	6	6	5	4		
		Квалитет	9	5	8	8	5	9	8	9	5	8	8	5	9		
4		Шероховатость	5	0,32	2,5	2,5	0,16	5	2,5	5	0,16	2,5	2,5	0,32	5		
		Переходы	3	6	4	4	7	4	4	4	7	4	4	6	3		
		Квалитет	9	7	5	9	8	4	9	9	9	4	8	9	5	7	9
5		Шероховатость	5	1,25	0,32	5	2,5	0,04	5	5	5	0,04	2,5	5	0,32	1,25	5
		Переходы	3	5	6	4	4	8	4	4	4	8	4	4	6	5	3
		Квалитет	9	5	7	7	5	7	7	7	5	7	7	5	9		
6		Шероховатость	5	0,32	1,25	1,25	0,16	1,25	1,25	1,25	0,16	1,25	1,25	0,32	5		
		Переходы	3	6	5	5	7	5	5	5	7	5	5	6	3		

Таблица 2 – Итоговая таблица технологической трудоемкости изготовления условной детали

Группы	№ детали	Количество переходов
Шлифовальная	1	67
	2	66
	3	72
	4	60
	5	72
	6	67

Таблица 3 – Величины эквивалентов приведенных деталей внутри шпинделей при одной группе станков и различных типах

Группы	№ детали	Количество переходов	Эквивалент приведенных деталей внутри группы станков	T, шт/мин
Шлифовальная	1	67	0,93	956,508
	2	66	0,92	531,15
	3	72	1,00	3604,2
	4	60	0,83	1151,28
	5	72	1,00	3444,72
	6	67	0,93	1256,64

Сопоставляя полученные данные и сведения о трудоемкости [2] изготовления каждого из шпинделей можно сделать вывод о практически линейной зависимости степени сложности и трудоемкости изготовления деталей.

Проведенный анализ исследований степени сложности изделий машиностроения показал достоинства и недостатки методик оценки степени сложности, а также то, что применяемые теоретические подходы и методики разнообразны и трудоемки в практическом применении. Отмечен факт отсутствия единой методики оценки степени сложности, что приводит к различного вида неточностям и погрешностям при попытке интерпретировать результаты исследований и расчетов. Предложено оценивать затраты на разработку модульных конструкций технологического оснащения производства с учетом их степени сложности.

Предложен обобщающий показатель степени сложности, который базируется на действующих стандартах и нормативных документах и позволяет проанализировать изделия и технологии с точки зрения рациональности их проектирования, изготовления и применения. Разработана математическая модель сложности объектов и процессов, которая вклю-

чает конструктивные, технологические и функциональные характеристики, и основываются на ограничительных перечнях типоразмеров, параметров изделий и техпроцессов с учетом их наибольшей применяемости в производстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мобильная реорганизация машиностроительного производства/НН Попок - Мн.: УП «Технопринт, 2001, 396с.
2. Степень сложности станков шлифовальной группы /Попок Н. Н., Сидикевич А. В., Бритик Е. В., Материалы V Международной научно-практической конференции «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ: ИННОВАЦИИ И КАЧЕСТВО», Барановичи, БарГУ, 2018 г., с.119-121

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО НАУКЕ И ТЕХНОЛОГИЯМ
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ОАО «НПО «ЦЕНТР
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПАРК
ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Инновационные технологии в машиностроении

Электронный сборник материалов международной
научно-технической конференции,
посвященной 50-летию машиностроительных специальностей
и 15-летию научно-технологического парка
Полоцкого государственного университета
(Новополоцк, 21-22 апреля 2020 г.)



Под редакцией
чл.-корр. НАН Беларуси, д-ра техн. наук, проф. В. К. Шелега;
д-ра техн. наук, проф. Н. Н. Попок

Новополоцк
Полоцкий государственный университет
2020

УДК 621(082)

Редакционная коллегия:

Н. Н. Попок (председатель), В. П. Иванов (зам. председателя),
Р. С. Хмельницкий (отв. Секретарь), А.В. Дудан, В. А. Данилов, Е.В. Бритик

Инновационные технологии в машиностроении [Электронный ресурс] : электронный сборник материалов международной научно-технической конференции, посвященной 50-летию машиностроительных специальностей и 15-летию научно-технологического парка Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 21-22 апр. 2020 г. / Полоц. гос. ун-т ; под. ред. В. К. Шелега; Н. Н. Попок. – Новополоцк : Полоц. гос. ун-т, 2020. – 1 опт. диск (CD-ROM).

ISBN 978-985-531-691-7.

Отражены современное состояние и направления развития технологии и оборудования механической и физико-технической обработки; рассмотрены вопросы создания современных материалов, изготовления, восстановления и упрочнения деталей машин, автоматизации производства, эксплуатации и модернизации автомобилей и других машин.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов технических специальностей учреждений образования.

Прилагаются [титulyные листы презентаций докладов](#) участников конференции.

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3141815008 от 28.03.2018.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 59-95-53, e-mail: n.popok@psu.by

№ госрегистрации 3141815008

ISBN 978-985-531-691-7

© Полоцкий государственный университет, 2020

Для создания текстового электронного издания «Инновационный технологии в машиностроении» использованы текстовый процессор Microsoft Word и программа Adobe Acrobat XI Pro для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF.

Компьютерный дизайн *Е. А. Балабуевой*
Техническое редактирование и верстка *И. Н. Чапкевич*

Подписано к использованию 23.04.2020.
Объем издания: 10,9 Мб. Тираж 3 диска. Заказ 264.

Издатель и полиграфическое исполнение:
учреждение образования «Полоцкий государственный университет».

Свидетельство о государственной регистрации
издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/305 от 22.04.2014.

ЛП № 02330/278 от 08.05.2014.

211440, ул. Блохина, 29,
г. Новополоцк,
Тел. 8 (0214) 59-95-41, 59-95-44
<http://www.psu.by>